

新编气象知识丛书

呼风唤雨不是梦

郭恩铭 编著

气象出版社

图书在版编目(CIP)数据

呼风唤雨不是梦/郭恩铭编著. - 北京:气象出版社,
1999.3

(新编气象知识丛书)

ISBN 7-5029-2690-9

I. 呼… II 郭… III. 人工影响天气-普及读物 IV. P4
8-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07485

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路 46 号 邮编:100081)

责任编辑:陈云峰 终审:周诗健

封面设计:齐斧 责任技编:都平 责任校对:张辰

*

北京昌平环球印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/32 印张:3.625 字数:73 千字

1999 年 4 月第一版 1999 年 4 月第一次印刷

印数:1—5000 定价:5.50 元

《新编气象知识丛书》编委会

主 编：毛耀顺

副主编：王奉安(常务) 胡桂琴

委 员：(以姓氏笔画为序)

王奉安	王琼仍	毛耀顺	李光亮
陈云峰	张家诚	汪勤模	金传达
郭恩铭	谢世俊		

本丛书编辑组

陈云峰 郭彩丽 殷 钰 刘美琳

出版前言

15年前,我社组织出版了一套《气象知识丛书》,全套共18册,系统地介绍了气象科学的方方面面,在社会上引起了较大反响,成为各行各业了解气象科技和增长气象知识的最好读物。15年过去了,气象科学本身取得了长足的发展,读者的阅读要求也发生了很大的变化,为此,我们推出了这一套《新编气象知识丛书》。本套丛书不按气象科学的学科分类来写,而是选择与民众生产、生活和经济建设联系紧密的气象事件与现象,通过一个个故事来阐述其中的气象科学知识。比如,天气真的变暖了吗?天气预报是怎样制作出来的?人类能控制天气吗?等等。故事精彩,行文生动,可读性强。

丛书的作者都是著名的科普作家,他们为了写好本套书,付出了艰辛的努力,在此我们还要感谢中国科学院院士、中国气象科学院名誉院长周秀骥先生为本丛书专门作序。丛书共8册,一次出齐。我们希望把她奉献出来,能使更多的读者,尤其是青少年读者了解气象科学,应用气象科学,进一步推动这一与国计民生紧密相关的学科的发展,使之更好地为人类造福。

气象出版社

1998年6月

序

科普工作在推动社会进步和发展中具有重要的作用。在科学技术高度发展的今天,随着知识经济时代的到来,现代人类社会的日常生活和生产活动愈来愈密切联系着科学技术知识,不同科技领域的知识愈来愈要求相互渗透和交叉,科普工作的作用和地位也就更显重要。它不仅把高深的现代科学技术知识广泛介绍给社会大众,还帮助不同领域的专业人员之间相互交流和增进了解,由此产生的社会与经济效益无疑是巨大的。最近,欣获令人振奋的喜讯,国际天文学联合会以我国两位天文科普作家李元和卞德培的姓名,分别命名了两颗永久编号为 6741,6742 的小行星为“李元星”和“卞德培星”,这是我国科普作家首次获得的国际学术组织国际小行星命名的殊荣。两位科普作家把毕生的精力奉献于天文科普事业,不愧为科普之星。

气象与人类的生存息息相关,雷鸣电闪、华晕虹霓、云雾雨雹、冰雪霜露都是人们常见的天气现象,暴雨洪涝、台风龙卷、酷暑干旱等气象灾害给人类带来巨大的灾难,近代气候变迁与大气环流品质的恶化制约着社会经济的发展并威胁着人类的健康。因此,人们自古以来就关心气象,探索大气的奥秘,寻求预报天气变化的途径。随着现代科学技术的发展,天气预报的电视广播已成为亿万群众每天的生活必需节目。通

过国际计算机网络,人们很方便地就可以获得世界各地的一些气象观测、卫星云图、气象科学试验等有趣的图像、资料和信息。这是一个气象科普大有作为的时代,无论在培养青少年的志趣方面,还是在帮助成年人充分开发、利用气象信息资料方面,都将发挥前所未有的重要作用。

创作一部优秀的科普作品是很不容易的,不仅要准确、深入地了解各种科学知识,更要把这些高深的知识用通俗易懂和优美的文字表达出来,以达到引人入胜的境地,这是一项艰巨的工作。《新编气象知识丛书》是吸收了原来出版的《气象知识丛书》的经验,并根据时代发展的需要完全重新编写的。其特点是选择与民众生活、生产活动联系紧密的事件和故事来阐述大气科学知识,其选题都是当前前沿的大气科学问题。它将以生动活泼的内容和写作方法吸引青少年和社会公众等广大读者。我衷心祝愿气象科普园地上百花齐放,群星灿烂。

中国科学院院士

周孝刚

1998年5月28日

目 录

出版前言

序

人工降雨	(1)
偶然的发现	(2)
梦想成真	(7)
呼风唤雨的序幕	(12)
“87.5”森林大火的熄灭	(15)
美国伊利湖人工影响风暴	(18)
印支战场上的新武器	(21)
开发云水资源	(23)
开发雾水资源	(26)
沙漠变良田	(29)
云中撒盐	(32)
人工消雨、云、雾	(35)
拨开乌云见太阳	(36)
十万火急,防止核污染扩散	(39)
飞越迷雾	(42)
人工消冷雾	(47)
保证国庆银鹰受阅	(49)
一次偶然的巧合	(52)

目 录

减灾防灾	(54)
金牌的背后	(55)
霜天竞自由	(58)
人工影响台风	(62)
雹可御乎	(67)
请雷公息怒	(71)
飞机积冰引发空难	(77)
抑制闪电	(83)
白色幽灵	(87)
电线冰害与防御	(91)
飞机施放焰弹	(95)
积雪也能发电	(99)
防御长江洪水的设想	(102)

人工降雨



——应用干冰、碘化银人工降雨雪

偶然的发现

寒冬降临，万花凋零的时节，人们若登上高山，在浓密的大雾中，就能够看到千姿百态的绚丽奇花——雾凇花。冬季山上有雾的时候，一夜之间，山间林木，骤然装点成琼枝玉叶，凋谢的花草变得繁花似锦，妖娆百态。

正是在这样晶莹生辉的自然奇景之中，气象学家发现了人工降雨、雪，消雹、消雾的原理和技术方法。

他们是怎样发现的呢？

在第二次世界大战期间，空战非常频繁，为了取得战斗的胜利，飞机多在云中隐蔽飞行，防止被敌人发现。就是在这种飞行条件下，飞机的机翼和机窗上，常常出现积冰，影响飞机正常飞行，造成机毁人亡的事故。

那么飞机积冰是怎样形成的呢？当时很难说明道理。为了解决这个问题，美国气象学家想先在山上云雾中进行观测，看看能否弄清这个问题。于是在1945年，美国气象学家兰米尔和谢弗带上观测云雾结构的仪器登上新罕布什尔州华盛顿山。山上的气温很低，常在 0°C 以下，云雾笼罩着山顶。一天早晨他们起来之后，看到一夜之间山上的松柏变成了剔透晶

莹的雾凇花，似海底银色的珊瑚。这使他们惊奇万分！

他们在 0°C 以下观测雾微小结构的时候，看到雾中悬浮着众多水滴，感到很奇怪！为什么在低温下没有冻结成冰晶？原来自然界就存在着低温下也不冻结的水状雾滴，即过冷水滴，只是过去没有被人们发现。所以山上的温度很低的时候，松柏和各种林木的表面很凉，雾中的过冷水滴随风飘浮，碰到松柏的树枝即凝华成晶莹洁白的雾凇，宛如玉树银花。



图 1 雾凇

依据雾凇形成的原理，飞机在过冷云中飞行时，机翼积冰的问题，就一清二楚了。

他们又提出了为什么雾中没有自然冰晶呢？如果有冰晶和过冷水滴同时存在，过冷水滴一定会向冰晶上凝华，它一定逐渐增长，当它增长到很大的时候，就会从雾中降落到地面。

于是就想在实验室内模拟过冷雾是否能产生冰晶？

1946年夏天，谢弗用一个普通的100升的冰箱，内衬黑色绒布，用一束光源照亮箱内，观测雾的结构和可能发生的一些变化，这即是在小云室内的实验。当他进行实验的时候，云室内温度冷却到 -23°C 。当他向云室内哈口气时，立即形成了雾，但未出现冰晶。于是他们想方设法将不同的化学物质分撒在云室雾中，经过多次试验，还是没有出现冰晶，但是他们并未失去信心，准备继续进行实验。

7月的一天上午，天气特别炎热，小云室内温度很难降低。他就拿一小块干冰（固体二氧化碳，温度为 -79°C ）放进小云室内，促使它快点降温。刹那间，出人意料地出现了成千上万个冰晶，他们当时高兴得跳了起来。那么为什么会出现大量冰晶呢？这是因为云室内的过冷雾中投入干冰后，产生剧烈降温，形成高度过冷和过饱和状态，就产生了大量冰晶。

这次实验结果，使人们想到，既然干冰能在雾中降温后产生大量冰晶，那么在自然云中是否能够得到相同的效果呢？

1946年11月13日谢弗进行了一次具有历史意义的飞行，它是第一次对一块过冷云进行科学播撒的试验。在纽约斯克内克塔迪东部的格雷洛克山区，他乘坐一架小型飞机，在层云的上风方沿着一条5公里的航线，播撒了1.6公斤的干冰。层云的云高3.7公里，云中温度 -20°C 。在播撒干冰之后，5分钟观测到层云中因干冰降温作用，水汽达到饱和状态，并凝华形成了大量冰晶。云中的水汽又不断地在冰晶上凝华长大，很快地形成了不同形状的雪花从云中降落。当雪花降落到距云底600米的空中时，由于空气干燥，温度升高，

雪花被蒸发了。这是一次成功的试验,他们欣喜若狂,用干冰影响层云降雪,这在科学史上是一个创举。

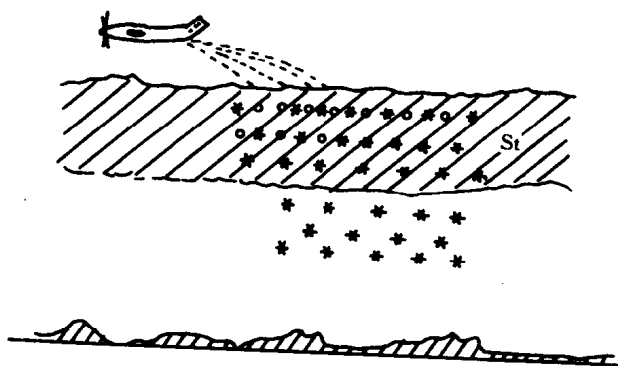


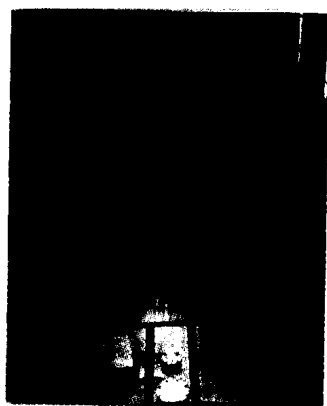
图2 第一次播撒试验

1946年11月冯尼古特认为干冰储存很不方便,时间长了会蒸发掉,造成浪费。他想能不能找到有类似干冰的作用的物质?为此他查阅了X光晶体手册,查到碘化银的晶体结构同自然冰晶十分相似。他将一些碘化银粉末撒入小云室内的过冷雾中,但未能出现冰晶。几周以后,冯尼古特又开始试用在各种电极上产生火花放电而形成的不同金属的气溶胶粒子。有一次试验时他从口袋里取出一枚银币,向它打火花时,出现了意外的效果,小云室内出现了大量冰晶,同撒入干冰时效果相似。后来又做过多次试验,未出现冰晶。真奇怪!令人有些迷惑不解。后来才知道,那次试验之前,小云室内残留着微量的碘,当银火花放电之后,在小云室内银离子与碘离子

结合而产生了碘化银粒子作为冰核,才出现了大量冰晶。经过多次云室实验测定,一克碘化银可以产生几万亿个冰晶。

他发现碘化银可以作为形成冰晶核的物质是对人工影响天气的又一重大贡献。此后不久在美国就开展了人工降雨,并迅速发展。

从此人工降水这一人类征服自然的技术在其它国家也相继开展起来了。



梦想成真

1998年3月23日世界气象日这一天,青少年们非常高兴地来到中国气象科学研究院人工影响天气研究所参观呼风唤雨模拟试验。中型云室的高大建筑坐落在中国气象局院内。大家首先看到的是中型云室的主体,它是高14.8米、直径3米、容积96米³不锈钢制成的圆柱型罐体。主体上下分四层,两侧分布着观测窗口和测量云雾参数仪器安装口,云室顶部还有冰雹生成试验专用风洞。这个实验室既可进行云雾降水试验,也可进行冰雹增长的实验。

云室内温度能够自动控制在30~-45℃的范围内,可以模拟冷、暖云雾的实验,湿度可控制在50%~100%,风速控制在0.1~30米/秒,气压控制在1~2个大气压^①。

为了自动控制温度、湿度、风速和气压,相应地配置了制冷系统,温湿空调系统、气压调节系统和深冷系统以及测试仪表控制室(见图3)。

云室内人工造雾有三种方法,即:高压喷水造雾,蒸汽冷凝造雾和绝热膨胀造雾。降雨用雨水发生器,降雪用人工冰

^① 1大气压=1013.25百帕

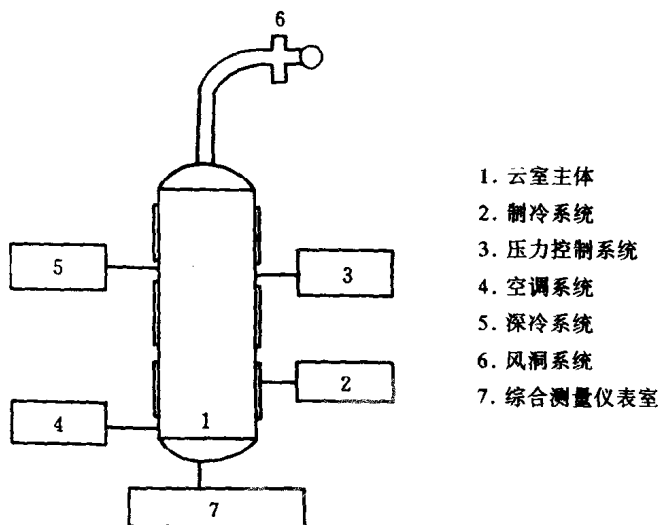


图 3 云室示意图

晶凝华过程。为检测各种催化剂性能,配有 2 米³ 云室。

首先,我们来看看人工造雾。

在中型云室的观测窗上,可以看到云室里面悬挂着测量的探头,随时可以知道温度的变化。在雾没有形成之前里边能见度很好,有什么东西都能看得一清二楚。云室内温度下降很快,已经达到零下 5℃,经过 2 分钟之后,由造雾设备将蒸汽通入云室内,水汽渐渐凝结成水雾,又逐渐变浓,里边什么也看不清了,真是“咫尺不辨”。在仪器进出口处,安放了云雾粒子测量系统,可自动记录雾滴大小、浓度和计算出含水量。当时就看到计算机输出的雾滴平均直径为 7.3 微米,最大雾滴直径 18.6 微米,浓度 536.3 个/厘米³,含水量为 0.16 克/米³,在云室内雾温度是 -5℃,所以是过冷雾。

云室中的过冷雾可以持续 50 分钟。

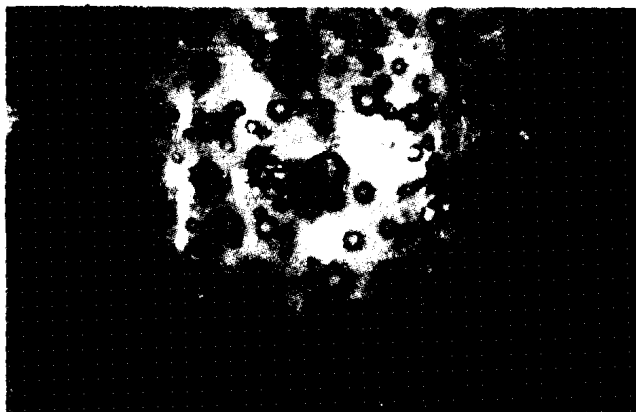


图 4 云室人造雾滴

我们再来看看人工降雪。

云室中已经有了 96 米^3 过冷雾，正是进行人工消雾和人工降雪的好条件。实验员正在二层的仪器进出口处，将一台碘化银粒子发生器，装入主体内。碘化银发生器起动后，一股烟束进入云室冷雾之中。不一会在过冷雾中出现了无数个银光闪闪的冰晶，在灯光照射下，就像节日放礼花一样好看。随着过冷雾中湿空气不断补充，众多小冰晶逐渐增长，经过 10 分钟之后，终于长成晶莹洁白的六角形雪花。

这些雪花在云室内自由飘浮，随着风速加大，雪花碰并过冷水滴的机会更多，越长越大，当气流托不住时，雪花纷纷地落到云室底盘上，不一会儿就看到云室底盘上，积满了一层白雪。

现在，让我们登上了云室的顶层来看一看人造冰雹试验。顶上有一个与云室主体相连接的风洞，它的工作段直径为